

Правительство Российской Федерации
Санкт-Петербургский государственный университет
Геологический факультет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Кристаллография

основной образовательной программы высшего профессионального образования
«Геология»
подготовки по направлению 020700 «Геология»
для получения квалификации по уровню бакалавриат

Язык(и) обучения _____ *русский* _____

Трудоёмкость _____ **1** _____ **зачётных единиц**

Регистрационный номер
рабочей программы:

<i>код года утверждения</i>	/	<i>код факультета или иного структурного подразделения</i>	/	<i>порядковый номер или шифр</i>
---------------------------------	---	--	---	--------------------------------------

Санкт-Петербург
2011

Раздел 1. Характеристики, структура и содержание учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Дисциплина «Кристаллография» является базовой в подготовке профессионального геолога по основной образовательной программе и фундаментом для изучения других геологических дисциплин. Данная дисциплина изучается студентами во 2 семестре и является обязательной.

Задачи программы:

Дать студентам основные представления о кристаллическом состоянии как преобладающей форме существования минерального вещества в Земной Коре и подготовить к восприятию комплекса наук минералого-геохимического цикла.

1.2. Требования к подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь предварительную подготовку по математике, химии и физике в объеме средней школы.

1.3. Перечень формируемых компетенций (результаты обучения)

КП-1.1 Способен использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики (дифференциальное и интегральное исчисление, математическая статистика), физики (термодинамика, механика, электромагнетизм, строение атома), химии (неорганическая, органическая и физическая химия) для освоения теоретических основ кристаллографии, минералогии, геохимии, физических и химических методов исследования вещества.

КП - 1.2. Способен использовать в профессиональной деятельности базовые знания кристаллографии для освоения теоретических основ минералогии, петрографии, геохимии, методов исследования горных пород и минералов.

1.4. Знания, умения, навыки, осваиваемые обучающимся

Изучение в тесной взаимосвязи симметрии, морфологии, строения и физических свойств кристаллов; развитие навыков грамотного описания внешней формы и атомной структуры кристаллов; ознакомление с основными методами исследования кристаллического вещества.

1.5. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

Лекции - 33 часа, практические занятия - 28 часов, самостоятельные занятия - 43 часа.

1.6. Организация учебных занятий

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся

Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Аудиторная учебная работа обучающихся							Самостоятельная работа						Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость	
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	в т.ч. с использованием методических	текущий контроль			промежуточная аттестация
<i>по формам обучения</i>																
	33			28		4			2	6				43	28	1
ИТОГО:	33			28		4			2	6				43	28	1

Виды, формы и сроки
текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Промежуточная аттестация		Текущий контроль	
	Виды	Сроки	Формы	Сроки
<i>очная форма обучения</i>				
Модули не предусмотрены	экзамен	с 15 мая	две контрольные работы	5 и 10 недели семестра

1.7. Структура и содержание учебных занятий

1. Геометрическая кристаллография. Лекций -16 час., практика - 18 час.

Тема 1. Симметрия кристаллов. Симметрия пространственных объектов. Преобразования симметрии 1 и 11 рода. Элементы симметрии конечных фигур. Закон симметрии. Теоремы сложения элементов симметрии. Точечные группы (виды) симметрии. Категории и сингонии. Распределение минералов по видам симметрии как следствие геологической эволюции. Симметрично равные и единичные направления. Полярные направления.

Тема 2. Морфология кристаллов. Простые формы. Частные и общие формы. Разновидности простых форм. Энантиоморфизм. Гониометрический метод изучения морфологии кристаллов. Закон постоянства граничных углов. Стереографическое проектирование.

Тема 3. Индексирование граней кристаллов. Кристаллографические системы координат. Индексы граней Вейсса и Миллера. Закон рациональности параметров Аюи и морфологическое индексирование граней. Символы направлений. Закон зон Вейсса. Вывод возможных граней кристалла (метод развития зон). Соотношение между символами граней и ребер. Индексирование методами сложения и перекрестного умножения индексов.

2. Образование и реальное строение кристаллов. Лекций – 6 час.

Тема 1. Дефекты кристаллов. Геометрическая классификация дефектов. Точечные дефекты – виды и происхождение. Дислокации и пластичность кристаллов. Блочность, расщепление и сферолиты. Двойники – симметрия, морфология и механизмы образования. Деформационные микроструктуры минералов и тектонические напряжения.

Тема 2. Среды кристаллизации. Простейшие диаграммы состояния. Мера отклонения от равновесия (пересыщение). Способы создания пересыщения. Кристаллизация из разных сред в основных типах геологических процессов и в кристаллизационных технологиях.

Тема 3. Зарождение кристаллов. Устойчивость пересыщенного состояния, метастабильная область. Барьер зарождения. Скорость зарождения и дисперсность кристаллических горных пород и материалов. Стеклование и структуры вулканических пород.. Гетерогенное зарождение и эпитаксия.

Тема 4. Рост кристаллов. Морфология и структура кристаллов, правило Браве. Рост при высоких температурах, нормальный механизм роста, некристаллографические формы кристаллов. Неоднородность тепло- и массопереноса, предельные виды симметрии. Искажение внешней симметрии кристаллов, принцип Кюри, ложные простые формы. Определение симметрии минералообразующей среды. Механизмы послыоного роста кристаллов – двумерное зарождение и дислокационный рост. Избирательная адсорбция примесей и изменение формы кристаллов. Связь морфологии природных кристаллов с условиями минералообразования, типоморфизм и поисковая кристалломорфология. Захват примесей, секториальность и зональность. Типы зональности и динамика минералообразования. Гетерометрия и внутренние напряжения в кристаллах, автодеформационные дефекты.

3. Кристаллохимия. Лекций – 8 час., практика – 10 час.

Тема 1. Симметрия кристаллических структур. Трансляционные решетки Браве. Винтовые оси и плоскости скользящего отражения. Понятие о пространственных (Федоровских) группах симметрии.

Правильные системы точек (ПСТ). Кратность, симметрия и координаты ПСТ. Распределение атомов в структуре минералов по ПСТ.

Тема 2. Принципы построения кристаллических структур. Типы химической связи. Координационные числа и координационные полиэдры. Структурные мотивы. Плотнейшие упаковки в кристаллических структурах. Геометрические пределы устойчивости ионных структур, морфотропия.

Тема 3. Основные категории кристаллохимии. Термодинамическая устойчивость структур. Полиморфизм. Структурные типы полиморфных превращений. Метастабильные модификации. Полиморфизм и геологическая термо-, баро- и спидометрия. Полиморфные превращения минералов в Земных оболочках. Твердые растворы, изоморфизм. Ограниченный изоморфизм, распад твердых растворов. Структуры распада и скорость охлаждения горных пород. Типы изоморфизма. Правила изоморфизма. Одномерный, двумерный и блоковый изоморфизм. Геохимическое значение изоморфизма, концентрирование и рассеяние элементов в геологических процессах. Технологическое использование изоморфизма.

4. Кристаллофизика. Лекций -5 час.

Тема 1. Оптические свойства кристаллов. Явление дупреломления света. Волновые поверхности. Связь оптических свойств с симметрией кристаллов. Поляризационно-оптический метод изучения и определения минералов. Некоторые явления нелинейной оптики. Электрооптический эффект. Генерация второй гармоники. Применение нелинейно-оптических материалов.

Тема 2. Электрические свойства кристаллов. Пироэлектричество и сегнетоэлектричество. Пьезоэлектричество. Применение пиро- и пьезоэлектриков.

Тема 3. Магнитные свойства кристаллов. Неупорядоченные магнетики. Парамагнитные дефекты и метод ЭПР в исследовании минералов. Упорядоченные магнетики. Ферромагнитные минералы и магнетизм горных пород.

Тема 4. Рентгеновское исследование структуры кристаллов.

Раздел 2. Обеспечение учебных занятий

2.1. Методическое обеспечение

2.1.1. Методическое обеспечение аудиторной работы

Не требуется

2.1.2. Методическое обеспечение самостоятельной работы

Учебные коллекции кристаллических многогранников и кристаллических структур с описаниями коллекций

2.1.3. Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Контрольные работы на контрольных коллекциях. Правильное описание всех моделей - 5, отдельные ошибки - 4, правильное описание 50% моделей - 3, менее 50% - 2.

2.1.4. Методические материалы для проведения текущего контроля

успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы)

2.1.4.1. Контрольные коллекции многогранников и структур

2.1.4.2. Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы по всем разделам программы:

Геометрическая кристаллография

- определение элементов симметрии на учебных моделях многогранников
- теоремы сложения, вывод видов симметрии
- определение сингонии и вида симметрии на учебных моделях
- проектирование элементов симметрии и граней кристаллов – учебных моделей
- определение простых форм на моделях
- определение символов граней разными методами

Образование и реальное строение кристаллов

- диаграммы состояния, способы задания пересыщения
- среды кристаллизации в процессах минералообразования
- методы выращивания кристаллов из разных сред
- гомогенное зарождение кристаллов, барьер кристаллизации
- гетерогенное зарождение кристаллов, явление эпитаксии
- механизмы роста кристаллов
- факторы, управляющие формой кристаллов
- типы дефектов кристаллов, происхождение дефектов

Кристаллохимия

- определение элементов симметрии структур на моделях
- описание структур учебного набора
- расчет содержимого элементарной ячейки
- определение координат атомов на структурах учебного набора
- анализ упаковки атомов в структуре на учебных моделях, определение заполнения пустот упаковки

- полиморфные и морфотропные превращения – разбор на моделях структур

Кристаллофизика

- двупреломление и волновые поверхности
- ориентация волновых поверхностей в кристаллах разных сингоний
- схема поляризационно-оптического метода исследования минералов
- пирозлектрические, пьезоэлектрические и сегнетоэлектрические структуры – разбор на учебных моделях
- волновой синхронизм и схема генерации второй гармоники
- неупорядоченные и упорядоченные магнетики, ферримагнетизм на примере структуры шпинели
- рентгеновские методы изучения минералов – способы удовлетворения уравнению Брегга-Вульфа

2.1.4.3. Примерный перечень вопросов к экзамену по всем разделам учебной дисциплины

Геометрическая кристаллография

- Элементы симметрии кристаллических многогранников
 - Теоремы сложения элементов симметрии
 - Кристаллографические проекции
 - Сингонии. Характеристика сингоний по единичным направлениям
 - Полярные и неполярные направления
 - Вывод видов симметрии низшей категории.
 - Вывод видов симметрии тетрагональной сингонии
 - Вывод видов симметрии тригональной сингонии
 - Вывод видов симметрии гексагональной сингонии
 - Вывод видов симметрии кубической сингонии
 - Простые формы низшей категории
 - Простые формы тригональной сингонии
 - Простые формы тетрагональной сингонии
 - Простые формы гексагональной сингонии
 - Общие простые формы кристаллов кубической сингонии
 - Частные простые формы кристаллов кубической сингонии – производные куба
 - Частные простые формы кристаллов кубической сингонии – производные октаэдра и тетраэдра
 - Разновидности простых форм. Энантиоморфизм
 - Предельные виды симметрии. Принцип Кюри. Ложные простые формы
 - Кристаллографические системы координат. Установка кристаллов.
- Международные обозначения видов симметрии
- Символы граней. Закон рациональности параметров Аюи
 - Закон зон Вейсса. Метод развития зон. Определение символов граней методом сложения
 - Символы направлений. Уравнение Вейсса. Определение символов граней методом перекрестного умножения
 - Основные законы геометрической кристаллографии

Образование и реальное строение кристаллов

- Формирование габитуса кристаллов. Закон Браве
- Дислокации в кристаллах
- Точечные (нульмерные) дефекты кристаллов
- Блочность и двойникование кристаллов. Симметрия и морфология двойников
- Образование кристаллов из газовой фазы
- Образование кристаллов из расплавов
- Образования кристаллов из растворов
- Зарождение кристаллов
- Механизмы роста кристаллов. Дислокационный рост
- Влияние массопереноса на форму кристаллов. Скелетные кристаллы
- Влияние температуры и примесей на форму кристаллов
- Захват примесей кристаллами при их росте. Зональность и секториальность

Кристаллохимия

- Кристаллическое состояние. Пространственная решетка
- Плотнейшие упаковки в кристаллических структурах
- Полиморфизм
- Типы химической связи в кристаллах
- Структурные мотивы
- Координационные числа
- Пределы устойчивости структур и морфотропия
- Ячейки Браве
- Изоморфизм
- Элементы симметрии кристаллических структур

Кристаллофизика

- Получение и свойства рентгеновских лучей
- Уравнение Брега-Вульфа. Рентгеновские методы исследования кристаллов
- Оптические свойства кристаллов (линейная оптика)
- Оптические свойства кристаллов (нелинейная оптика)
- Магнитные свойства кристаллов
- Электрические свойства кристаллов

2.2. Кадровое обеспечение

2.2.1. Требования к образованию и (или) квалификации штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к преподаванию дисциплины
Преподаватели с высшим специальным образованием (специальность - кристаллография)

2.2.2. Требования к обеспеченности учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Учебно-вспомогательный персонал должен обладать навыками организации работы с учебными и контрольными коллекциями

2.2.3. Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Студентам предлагается анонимная анкета-отзыв для оценки качества преподавания в пятибальной шкале

2.3.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий

Стандартная аудитория, наборы моделей кристаллов и структур

2.3.2. Требования к аудиторному оборудованию, в том числе к неспециализированному компьютерному оборудованию и программному обеспечению общего пользования

Не требуется

2.3.3. Требования к специализированному оборудованию

Не требуется

2.3.4. Требования к специализированному программному обеспечению

Не требуется

2.3.5. Требования к перечню и объёму расходных материалов

2 пачки бумаги формата А4 для проведения контрольных работ и экзамена

2.4. Информационное обеспечение

2.4.1. Список обязательной литературы

1. Егоров-Тисменко Ю.К., Литвинская Г.П., Загальская Ю.Г. Кристаллография. М: Изд.МГУ, 2006.

2. Нардов В.В. Практическое руководство по геометрической кристаллографии. Л: Изд-во ЛГУ, 1974.

2.4.2. Список дополнительной литературы

1. Шаскольская М.П. Кристаллография. М.: Высшая школа, 1984.

2. Чупрунов Е.В., Хохлов А.Ф., Фадеев М.А. Кристаллография. М.: ФМ, 2000.

3. Бокий Г.Б. Кристаллохимия. М.: Наука, 1971.

4. Най Дж. Физические свойства кристаллов. М.: ИЛ. 1960.

5. Современная кристаллография. Т.1 - 4. М.: Наука, 1979 - 1981.

2.4.3. Перечень иных информационных источников

Не требуется

Раздел 3. Процедура разработки и утверждения рабочей программы

Разработчик(и) рабочей программы

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Учёное звание	Должность	Контактная информация (служебный адрес электронной почты, служебный телефон)
Пунин Юрий Олегович	д.геол. мин.наук	доц.	профессор	jupcryst@gmail.com

В соответствии с порядком организации внутренней и внешней экспертизы образовательных программ проведена двухуровневая экспертиза:

первый уровень (оценка качества содержания рабочей программы и применяемых педагогических технологий)		
Наименование кафедры	Дата заседания	№ протокола
кристаллографии	10.05.2012	5
минералогии	04.05.2012	6
второй уровень (соответствие целям подготовки и учебному плану образовательной программы)		
Экспертиза второго уровня выполнена в порядке, установленном приказом		
<i>должностное лицо</i>	<i>дата приказа</i>	<i>№ приказа</i>
Уполномоченный орган (должностное лицо)	Дата принятия решения	№ документа
Учебно-методическая комиссия геологического факультета	01 ноября 2012	№4

Иные документы об оценке качества рабочей программы

Документ об оценке качества	Дата документа	№ документа

Утверждение рабочей программы

Уполномоченный орган (должностное лицо)	Дата принятия решения	№ документа

Внесение изменений в рабочую программу

Уполномоченный орган (должностное лицо)	Дата принятия решения	№ документа